

Ueber das Flugvermögen der Vögel.

Von

Milan Iovanowitsch, stud. phil.

Vortrag, gehalten in der Sitzung der Allgem. deutschen ornithologischen Gesellschaft zu Berlin, am 3. April 1876.

Unter den vielen Merkmalen, welche die Vögel als Ordnung des Thierreiches auszeichnen, sind der Flug oder wenigstens die für diese Function dienenden und mehr oder weniger entwickelten Organe die wichtigsten. Der erste Begriff, welchen wir mit dem Worte Vogel verbinden, ist der des Fluges, ohne daneben noch zu überlegen, dass diese Ordnung sich von den anderen Gruppen des Thierreichs noch durch die verschiedene innere und äussere Gestaltung des Organismus unterscheidet. Wir wissen sogleich, dass das vor uns liegende, mit Federn versehene Thier kein Säugethier, sondern ein Vogel ist, ohne dabei zu bedenken, dass bei ihm die Schädelknochen in anderer Weise zusammengesetzt sind, dass bei ihm die Knochen einen andern Inhalt haben als diejenigen der Säugethiere u. s. w., wodurch es sich sonst von den Säugethieren unterscheidet. Wir wissen weiter, dass es kein Amphibium, kein Fisch ist, ohne zu untersuchen, ob es einen vollkommenen doppelten oder unvollkommenen Kreislauf des Blutes, ob ein ein- oder zweikammeriges Herz habe. Darum war die erste Theorie, welche über den Mechanismus des Fluges entstand, jene, welche lehrte, dass der Flug blos durch die Flügel und Federn ermöglicht wird.

Wir müssen uns vorstellen, dass in dem ursprünglichen Zustande alle Vögel mit gleichen Flugwerkzeugen versehen waren, welche später nach den Umständen, in welche die verschiedenen Gattungen und Familien, getrieben durch die eigenthümlichen Bedürfnisse, eintraten, durch die Scheeren der Zeit und des Weges, welchen sie, um ihren Zweck zu erreichen, durchreisen mussten, verschnitten wurden. Bei einigen Vögeln nun, welche die wahre Bedeutung dieser Werkzeuge kannten und dieselben brauchten, um ihre Zwecke in der Luft zu suchen, entwickelten sich diese Organe weiter, was wir hauptsächlich bei den Raubvögeln sehen; bei den anderen dagegen, welche sich an die Erde banden, oder ihre Nahrung im Wasser zu suchen von sich selbst eingerichtet waren, verkümmerten diese zum Fliegen bestimmten Werkzeuge, oder erlitten eine weitere Veränderung. Diesen äusseren Bildungen der Flügel und Federn gemäss gestaltete sich auch die innere Form des Organismus. So verschwand das Rückenmark aus den Knochen der

meistentheils in der Luft sich befindenden Vögel fast gänzlich und gab Raum für die Processe, welche später zur Unterstützung des Fluges eintreten mussten. Denjenigen Vögeln, bei welchen diese zuerst zum Fliegen bestimmten Werkzeuge in Schwimm-Organen sich umwandeln, kamen die Bürzeldrüsen zur Einölung der Federn zu Hilfe, um dem Wasser den Durchgang zu hindern, und bei denen endlich, welche wie die Luft, so das Wasser vernachlässigten und hauptsächlich das Land für ihre Wohnung auswählten, blieben die Flügel unentwickelt; dagegen erlitten die Füße weitere Ausbildung und Vervollkommnung.

Ich denke hier in Kürze über den Mechanismus des Fliegens bei den Vögeln zu sprechen, also von den Vögeln, bei denen die Flug-Werkzeuge verhältnissmässig stark entwickelt sind.

Was ist das Fliegen und wie entsteht es? Um das zu erläutern, müssen wir uns wenigstens im Allgemeinen auf die anatomische Zusammensetzung des Vogelkörpers einlassen und zugleich die Theorien, welche bis jetzt darüber entstanden, verfolgen.

Wie bekannt, zeigen die Vögel die Lufthaltigkeit, Pneumaticität vieler Knochen. Das in der Jugend vorhandene bluthaltige Mark wird allmählich resorbirt und später durch einen mit der Lunge in Communication stehenden Luftsack ersetzt. Die Pneumaticität steht mit dem Flugvermögen im engsten Zusammenhange. So sind zum Beispiel bei manchen Vögeln, welche stets nur kleinere Strecken zurückzulegen pflegen, auch nur die Kopfknochen pneumatisch, dann am häufigsten Oberarm und Wirbel, seltener Oberschenkel. Bei anderen dagegen sind alle Knochen bis auf die Nagelphalangen der Zehen lufthaltig. Die Eintrittsstelle des Luftsacks bezeichnet gewöhnlich ein weites Loch. Das kommt aber nur bei den hochfliegenden Vögeln vor, während bei den Vögeln, welche zum Fliegen weniger befähigt sind, die Knochen keine Pneumaticität besitzen. In diesem Falle ist die in den Knochen sich befindende Marksubstanz ein weitmaschiges schwammiges Gerüst zarter Knochenbalken.

Viele Naturforscher meinten, dass bloß die Pneumaticität der Knochen zur Ermöglichung des Fluges genüge und letzteren genügend unterstütze. Da aber schon genugsam wahrgenommen war, dass die Menge der in den Knochen sich befindenden Luft sehr gering ist und dass dadurch der Vogel an seiner Schwere nicht viel verliert, so gingen sie mit ihren Untersuchungen weiter und fanden bei einigen Vögeln besondere Vergrößerungen des innern Raumes

der Luftröhre, die entweder durch besondere Erweiterungen derselben oder ihrer Aeste an bestimmten Stellen oder durch besondere Verlängerungen derselben hervorgebracht wurden. Ohne zu beachten, welche Vögel das betrifft, und dass diese gerade solche sind, welche nicht oder schlecht fliegen können, sagten einige, dass diese Erweiterungen zur Erleichterung des Fluges dienen. Gewiss ist aber, dass der Körper des Vogels, durch die Einnahme einer grösseren Menge atmosphärischer Luft, wenn dieselbe nicht in ihrem Dichtigkeits-Zustande verändert ist, nicht leichter wird und dass daher die in solcher Weise eingeathmete Luft an und für sich auf die Erleichterung des Fluges keinen Einfluss haben kann. Auch kann nicht wohl die Respirationsfunction durch jene Erweiterungen der Luftröhre vergrössert werden, da diese Function nur durch die Lungen ausgeübt wird. Eher möchte es der Fall sein, dass die hoch in die Luft aufsteigenden und zugleich weit fliegenden Vögel weniger oft einzuathmen genöthigt sind, indem die Assimilation des Luftlements in den Lungen noch fort dauert, weil ihnen die Luft aus den verschiedenen Luftsäcken und Höhlungen zugeführt wird, gleichwie aus einem innern Magazine. Indess scheint dieses bei den hühnerartigen Vögeln, bei welchen derartige Erweiterungen vorhanden sind, weniger nöthig, da sie nicht hoch und nicht weit fliegen. Immerhin scheint aber die bedeutendere Luftmenge mit der relativ viel stärkeren Stimme der Vögel im Zusammenhange zu stehen (so z. B. bei dem Kranich).

Beim Fliegen sind die vorderen Gliedmaassen der Vögel hauptsächlich in Thätigkeit, daher auch das Knochengerüst derselben in allen Theilen auffallend länger und stärker ist als bei den Säugethieren. Es besteht immer aus einem langen schmalen Schulterblatte ohne Grat, aus einem mit dem Knochen der andern Seite zu einer Gabel verwachsenen gemeinschaftlichen Schlüsselbeine, und aus einem zu einem getrennten starken Knochen ausgebildeten Rabenschnabelfortsatze (*Processus coracoideus* der Säugethiere), welcher zwischen dem Schulterblatte und dem Brustbeine liegt und mit dem letztern seitwärts durch ein Gelenk verbunden ist. Es hat demnach hier das Schultergerüst nicht wie bei den Säugethieren eine einfache, sondern doppelte Verbindung mit dem Rückgrate.

Weiterhin enthalten die vorderen Gliedmaassen der Vögel einen Oberarm, zwei Unterarmknochen und eine aus zwei nebeneinander liegenden Knochen bestehende Handwurzel. Desgleichen hat auch die Mittelhand zwei nebeneinander liegende längliche

Knochen. Am äussern Ende derselben sitzen drei Rudimente von Fingern und zwar ein aus zwei Gliedern bestehender Daumen, ein gleichfalls aus zwei Gliedern bestehender Mittelfinger und ein kleiner Finger, welcher nur ein Glied hat.

Der Vorderarm und die Hand eignen sich nur zur Beugung und zur Streckung. In der Ruhe liegen diese Theile in einem Winkel gebogen aneinander, während des Fluges sind sie dagegen ausgestreckt.

Was die Muskeln der Vögel anbelangt, so ist zu bemerken, dass besonders die vorderen Gliedmaassen mit sehr starken Muskeln versehen sind, und zwar sehen wir hier einen Kappenmuskel, welcher zwischen den Stachelfortsätzen der untersten Halswirbel und der vordersten Rückenwirbel auf der einen Seite und dem innern Rande des Schulterblattes auf der andern liegt. Unter diesem Muskel liegt ein rautenförmiger, welcher von den Stachelfortsätzen der vorderen Brustwirbel entspringt und zum innern Rande des Schulterblattes läuft. Auch unterscheidet man einen Hebemuskel am Schulterblatte — *Levator scapulae*. Er läuft vom innern Schulterblattrande der untern Hälfte desselben aufwärts zur zweiten und ersten Rippe und weiter zu den Querfortsätzen der untersten Halswirbel. Ausserdem sind auch zwei sägeförmige und ein Schlüsselbeinmuskel vorhanden.

Am Oberarme findet sich ein Muskel, welcher vom obern Ende des Hackenfortsatzes und des Gabelbeines entspringt und gegen das Oberarmbein läuft. Er hebt den Oberarm aufwärts und entspricht dem *Musculus deltoideus* der Säugethiere, aber seine Wirkung ist hier weit stärker.

Ausser ihm unterscheidet man noch einen Obergrat-, einen Untergratmuskel, einen breiten Rückenmuskel und einen grossen Brustmuskel, unter welchem noch zwei kleinere liegen.

Am Vorderarm dagegen sind zwei Beugemuskel und ein Streckmuskel. An der Hand sind zwei Beugemuskel und drei Streckmuskel, von welchen zwei in der Richtung der Speiche und der dritte an der Ellenbogenröhre liegen. Auch sind noch Muskeln der Finger unterscheidbar.

Die vorderen Gliedmaassen und Schwanz sind bei den fliegenden Vögeln mit weit längeren und stärkeren Federn versehen als die anderen Theile des Körpers.

Dessen ungeachtet, dass der Vogelkörper mit so starken Muskeln und Federn versehen ist, kann nicht der Flug entstehen, wenn der Körper im Fluge wie in der Ruhe dasselbe Gewicht hätte, denn wir wissen, dass die Federn und Flügel der Vögel hauptsächlich dazu dienen, um den Körper in die Luft zu schleudern und überhaupt einen grösseren Sprung, welcher durch die Zusammenziehung der Muskeln hervorgebracht ist, zu unterstützen. Wenn der Vogelkörper aber im Fliegen ein gleiches Gewicht hätte wie in der Ruhe, so könnten ihm die Flügel nicht viel helfen. Er könnte nie eine grössere Höhe erreichen, sondern nur kleinere Sprünge machen, wie wir das bei den hühnerartigen Vögeln sehen, wo die Flügel ziemlich entwickelt sind.

Daher entstand die Theorie, dass die Bedingungen für das Fliegen sind: 1) die in dem Körper des Vogels weitverbreitete, sogar in die Knochen eindringende Luft, welche durch das heisse Blut dieser Thiere erwärmt und somit verdünnt und specifisch leichter gemacht wird, so dass sie bereits gleich der Luft einer Montgolfière einigermaassen das Schweben in der atmosphärischen Luft möglich zu machen im Stande ist; 2) die ebenfalls erwärmte, Luft enthaltende Befiederung der Haut; 3) die durch die starke Musculatur hervorgebrachten Bewegungen der Gliedmaassen.

Was hier die erwähnte, in den Knochen und der Befiederung des Vogels sich befindende und durch das warme Vogelblut erwärmte Luft betrifft, so können wir sagen, dass einerseits auch das ein Beweis dafür ist, weil ein Amphibium mit kaltem Blute, möge es noch besser geflügelt sein, nie zum Fliegen fähig ist, wie wir dies beim *Draco* sehen. Andererseits aber können wir uns nicht damit allein befriedigen, weil diese Luft, welche sich im Vogelkörper findet, einmal nur in kleiner Menge vorhanden ist und zweitens auch die Wärme des Vogelblutes nicht genügt, um solche Düntheit hervorzubringen, welche der Dünne der atmosphärischen Luft entsprechen könnte, die in den hohen Schichten herrscht, wo wir einige Vögel fliegen sehen. Der Vogelkörper ist nur wenig leichter geworden. Die nur schwach verdünnte innere Luft findet schon in niederen Schichten der Atmosphäre ein ihr an specifischem Gewicht entsprechendes Medium, kann also nicht zur Hebung des Vogelkörpers in höhere Luftschichten beitragen. Die Flügel sind auch nicht im Stande das zu ersetzen, was der innern Organisation fehlt. Denn je dünner die atmosphärische Luft wird, desto mehr verlieren die Flügel ihre Wichtigkeit, weil das Medium, welches

ihnen den nothwendigen Widerstand bieten soll, denselben ungenügend darbietet. Je höher der Vogel kommt, um so weniger vermag er daher durch die Flügel auszurichten und um so grössere Thätigkeit muss auf die anderen dazu dienenden Organe fallen, auf die innere Organisation. Nach der obigen Theorie könnten wir also nie einen Vogel eine so grosse Höhe erreichen sehen, wie die Geier das thun.

Nie könnten wir auf diese Weise die so grosse Arbeit erklären, welche einige Vögel auszuüben im Stande sind. Man hat nämlich ausgerechnet, dass ein Adler zum Beispiel, welcher 0,37 Kilgr. schwer ist, dessen Flügel 0,92 M. lang und 0,37 M. breit ist, womit er 3,2 Bewegungen in einer Secunde macht, im Stande ist, 28,05 Kilgr. mechanischer Arbeit in einer Stunde zuwege zu bringen. Ebenso verrichtet eine Krähe, welche 0,52 Kilgr. wiegt, mit Flügeln von 0,46 M. Länge und 0,20 M. Breite und mit 4,9 Bewegungen in einer Secunde 3,31 Kilgr. mechanischer Arbeit.

Geführt durch ein Misstrauen gegen die Möglichkeit der Entstehung des Fluges nach der erwähnten Theorie, und um mich von der Wahrheit oder Falschheit derselben zu überzeugen, habe ich ein Experiment gemacht und daraus wahrgenommen, dass die Vögel nach Belieben leichter oder schwerer werden können, dass sie, ebenso wie die Fische mit ihrer Schwimmblase thun, wenn sie höher oder tiefer im Wasser schwimmen wollen, eine grössere oder geringere Menge Luft in die Schwimmblase aufzunehmen im Stande sind, im Momente, wann sie fliegen wollen, eine grössere Menge Luft durch die Lunge einnehmen und in die Knochen und Befiederung hineintreiben, und dass die ferner durch die Zusammenziehung der an den Oeffnungen der Knochen haftenden Lungen der Luft den Ausgang hindern, ja sogar immer mehr dieselbe Luft drücken, um damit die grössere Wärme hervorzubringen. Durch das Hineinpressen der Luft in die Knochen wird dieselbe durch Reiben sehr stark erwärmt und dem entsprechend durch Ausdehnung verdünnt, und in solcher Verdünnung dringt sie in die kleineren Höhlungen des Körpers, wo es möglich ist, in die Haut etc., wodurch der Vogelkörper an seinem Volumen zunimmt und demnach specifisch leichter wird. Das thun die Vögel im Momente, wann sie fliegen wollen. Je grössere Höhe sie erreichen wollen, desto grössere Menge Luft nehmen sie ein, um so stärker pressen sie dieselbe in die Knochen und zwar in dem Grade, wie es dem Medium entspricht, in welchem sich der Vogel bewegen wird, das heisst, dass die innere

Luft in den Knochen und im Körper des Vogels dieselbe Dichtigkeit hat als die der höheren Luftschichten, welche der Vogel erreichen will.

Von diesem Umstand kann sich Jeder leicht überzeugen. Man nimmt einen gutfliegenden Vogel, zum Beispiel den Adler, und nachdem man ihm die Flügel entweder abgeschnitten oder gebunden hat, dass er uns nicht entfliehen kann, legt man ihn auf eine Wagschale, auf die andere soll das entsprechende Gewicht kommen. Die Füsse sollen auch gebunden sein, dass derselbe Vogel auf der Wagschale nicht Bewegungen machen kann, womit er das Gleichgewicht stören könnte, sondern dass er still auf der Schale liegt oder steht. Wir werden dann wahrnehmen, dass die Federn des Vogels sich plötzlich aufrichten, und dem folgt sogleich Veränderung des Gleichgewichtes an dem Wagebalken, ohne dass noch der Vogel die Flügel ausgespannt hat. Die Schale, welche den Vogel trägt, geht in die Höhe. Der Vogel ist also leichter geworden ohne Thätigkeit der Flügel. Das könnten wir nach keiner von den erwähnten Theorien erklären. Hier hat der Vogel, indem er sich vorbereitete, einen Flug zu machen, eine grössere Menge Luft eingeathmet, durch die Drückung eine grössere Wärme hervorgebracht, worüber man sich durch das Thermometer überzeugen kann, wenn man seine Wärme vor dem und nach dem ausprüft, sein Volumen durch die Ausdehnung der verdünnten Luft im Körper vergrössert und somit ein geringeres specifisches Gewicht erlangt. Dass er im Momente, wann er fliegen will, eine grössere Menge Luft einathmet als sonst, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man vor dem auf dem Balkenwagen stehenden Vogel im ruhigen Zimmer ein Stück Papier an einem Faden aufhängt, in solcher Entfernung, dass dasselbe Papierstück bei gewöhnlicher Athmung des Vogels nicht bewegt wird. Im Augenblicke, wenn der Wagebalken das Gleichgewicht verliert, wird das Papierstück stark bewegt und zwar in der Richtung zum Vogel, was bedeutet, dass der Vogel in diesem Augenblicke eine grössere Quantität Luft einge-zogen hat, so dass die Strömung der umgebenden Luft das Papierstück, welches früher in Ruhe war, bewegen konnte.

Ich habe auch versucht, zu bestimmen, um wie viel Procent der Vogel vor dem Fliegen leichter wird; das war aber bei demselben Vogel in verschiedenen Fällen verschieden, was man damit erklären kann, dass ein Vogel, je grössere oder geringere Höhe er zu erreichen gedenkt, sich mehr oder weniger leicht macht. Das kann

man leicht beweisen, wenn man z. B. ein Hubn in der oben beschriebenen Weise auf einer Wagschale in's Gleichgewicht bringt und wenn Jemand, der es gewöhnlich füttert, es ruft. Sobald der Vogel die Stimme hört, will er dorthin fliegen, und je ferner der Rufer von ihm steht, desto leichter wird er vor dem Fliegen, und umgekehrt. Das ist ein Beweis, dass der Vogel sein specifisches Gewicht nach Belieben verändern kann, im Verhältnisse zu der Entfernung, welche er fliegend durchmessen will.

Die Riddagshäuser Teiche.

Von

A. Nehr Korn.

Die Riddagshäuser Teiche, den Lesern dieses Journals von der 75er Jahresversammlung zu Braunschweig her bekannt, umfassen ein Gesamt-Areal von 425 Morgen. Sie gehören zu der Domäne Riddagshausen*), einem früheren Cistercienserkloster, an welches indess nur noch ausser der prachtvollen, im gothischen Style erbauten Kirche wenige alte Gebäude und diese umstehende uralte Linden, die von vielen Eulen bewohnt werden, erinnern. Riddagshausen liegt im Osten von Braunschweig, jetzt nur noch $\frac{1}{4}$ Stunde von der Peripherie der Stadt entfernt. Nachdem man den grossen Exercierplatz überschritten hat, besteigt man links den Nussberg, von wo aus man die glatten Spiegelflächen der Riddagshäuser Teiche schon überblicken kann. In wenigen Minuten ist man an ihren Ufern und wird, ist man nur Naturfreund, nicht einmal Ornitholog, durch das Gewimmel der verschiedenartigsten Vögel überrascht. Will man sich dieses Treiben näher ansehen, so wird einem bald ein kategorisches „Halt“ in Form von Warnungstafeln geboten. Wir errathen bald, dass diese Maassregel von einem Beschützer der hier wohnenden Vögel getroffen ist. Und in der That: das rücksichtslose Zerstören der Bruten und das Freveln an den mit grösster Sorgfalt von mir gepflegten Anpflanzungen veranlasste mich, den Zutritt zu den Teichdämmen zu untersagen. Jeder Naturfreund und wissenschaftliche Sammler erhält jedoch stets von mir Erlaubniss zum Besuch der Teiche; besonders angenehm ist mir aber jedes Mitglied unserer ornithologischen Gesellschaft. Mit Freuden betrachte ich den Ornithologen in meinem Hause als Gast, so lange es ihm beliebt, und mache mir ein Ver-

*) 2600 Morgen gross.